

Année 1925

N° 62

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLÔME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1925

PAR

Georges BRÉVOT

Né à Vannes (Morbihan) le 13 Avril 1892

Vétérinaire Inspecteur Sanitaire de la Seine

Etude sur les Eaux Résiduaire des Abattoirs

Nocivité -- Épuration

JURY { *Président : M. Léon BERNARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris,*
 { *Assesseurs : { M. NICOLAS, professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.*
 { *M. BARRIER, inspecteur général honoraire des Ecoles Vétérinaires.*

PARIS

EDITIONS MÉDICALES

7, RUE DE VALOIS, 7

1925

Année 1925

N° 62

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
(DIPLÔME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1925

PAR

Georges BRÉVOT

Né à Vannes (Morbihan) le 13 Avril 1892

Vétérinaire Inspecteur Sanitaire de la Seine

Etude sur les Eaux Résiduaire des Abattoirs
Nocivité -- Épuration

JURY { *Président : M. Léon BERNARD, professeur à la Faculté de Médecine de Paris,*
 { *Assesseeurs : { M. NICOLAS, professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.*
 { *M. BARRIER, inspecteur général honoraire des Ecoles Vétérinaires.*

PARIS
EDITIONS MÉDICALES

7, RUE DE VALOIS, 7

1925

Personnel enseignant de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE

Directeur : M. E. NICOLAS

Professeurs honoraires :

MM. G. BARRIER, *Inspecteur général honoraire des Écoles Vétérinaires*

P. J. CADIOT, A. RAILLIET, H. VALLÉE

PROFESSEURS

Anatomie descriptive des mammifères domestiques	BOURDELLE
Physiologie thérapeutique générale, matière médicale	MAIGNON
Physique et chimie médicales, toxicologie, pharmacie	NICOLAS
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique ; histoire naturelle médicale	HENRY
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique ; sémiologie et propédeutique, jurisprudence	ROBIN
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique ; anatomie chirurgicale, médecine, opératoire et ferrure	COQUOT
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique ; médecine opératoire, obstétrique	MOUSSU
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire ; clinique	PANISSET
Histologie et embryologie, anatomie pathologique, inspection des denrées alimentaires ; autopsies	PETIT
Hygiène et agronomie ; zootechnie et économie rurale	DECHAMBRE

CHEFS DE TRAVAUX

MM. DELMER,

LEBLOIS.

LETARD.

LESBOUYRIES.

MM. MONVOISIN.

MOUSSU (R.)

PETIT (M.)

VERGE.

La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.

A LA MEMOIRE
DE MON PERE
ET DE MA MERE

A mon Président de Thèse

Monsieur le Professeur LÉON BERNARD,
Professeur à la Faculté de Médecine,
Membre de l'Académie de Médecine,
Membre du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique
de France



*qui a bien voulu me faire le très grand honneur
de présider mon jury de thèse.*

A mes juges :

Monsieur le Professeur E. NICOLAS

Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort

Monsieur le Professeur G. BARRIER

Inspecteur Général honoraire des Ecoles Vétérinaires,

Président de l'Académie de Médecine,

Membre du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique

et de Salubrité du Département de la Seine



Digitized by the Internet Archive
in 2026

PREMIERE PARTIE

Nocivité

ORIGINE

L'abattoir est un établissement communal dans lequel on abat et prépare les animaux de boucherie et de charcuterie destinés à la consommation; il comprend des locaux d'abatage, des bouveries, des bergeries et des porcheries destinées à recevoir les animaux devant être abattus à bref délai, des brûloirs, des triperies et des boyauderies. Dans les grandes villes, on y annexe un marché aux bestiaux. Ces différentes parties de l'abattoir doivent être tenues très proprement et, pour cela, elles ont un besoin fréquent de lavage, d'où la nécessité d'avoir beaucoup d'eau à sa disposition.

De tout temps, on s'est préoccupé d'apporter à l'abattoir l'eau nécessaire au lavage des issues et au nettoyage des locaux. — La tuerie commune primitive était toujours au bord d'un cours d'eau où s'opérait directement le vidage et le lavage des tripées; on y puisait aussi l'eau nécessaire au nettoyage et le liquide retournait ensuite à la rivière. Ces procédés

sommaires se sont peu à peu perfectionnés; mais la nécessité d'avoir de l'eau en abondance et de pouvoir s'en débarrasser facilement a fait conserver jusqu'à nos jours la coutume ancienne de placer l'abattoir auprès de la rivière, trop souvent considérée comme l'émonctoire naturel.

Dans nos abattoirs actuels, l'eau nécessaire à la propreté des locaux est souvent insuffisante ou gaspillée inutilement pour entraîner à l'égoût les matières contenues dans les réservoirs digestifs que les bouchers ont la déplorable habitude de répandre directement dans les cours d'abatage. Les eaux ainsi évacuées contiennent une grande quantité de matières en suspension et dissoutes. Elles sont notamment chargées de sang, de produits alimentaires, de matières stercorales, de débris d'organes, de déchets de viande, de fumier, d'urine, etc... Elles renferment, en outre, une proportion très variable de substances minérales (sable, charbon, argile, sels). Elles sont donc grossies par des produits divers nombreux qu'il convient d'analyser pour en mesurer la nocivité.

ETAT PHYSIQUE

Les eaux résiduaires des abattoirs sont excessivement troubles, alcalines, de couleur brun foncé; elles possèdent une odeur excrémentitielle assez accusée. Elles sont très chargées de matières en suspension, tant minérales qu'organiques.

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Les microbes qui se rencontrent dans les eaux résiduaires des abattoirs sont pour ainsi dire uniquement constitués par les bactéries vivant habituellement dans le tube digestif des herbivores, c'est-à-dire par des germes accoutumés à végéter à une température voisine de 38 degrés

L'action que ces microbes peuvent exercer une fois déversés dans les eaux résiduaires évacuées, doit être envisagée à divers points de vue.

Il convient tout d'abord d'établir une distinction entre les agents microbiens dont la persistance est assurée par suite de la propriété qu'ils possèdent de former des *spores* et ceux qui, ne jouissant pas de cette faculté, ne peuvent résister à des conditions défavorables à leur reproduction.

D'un autre côté, il y a lieu d'opérer une discrimination entre les microbes susceptibles de se développer et de se multiplier dans les conditions de température auxquelles sont soumises les eaux résiduaires durant les phases de l'évacuation et ceux qui, en raison de l'accoutumance, sont incapables de proliférer dans ces limites de température.

Il va de soi que, quel que soit le mode d'intervention des microorganismes dans le régime des eaux résiduaires, les bactéries qui rencontreront dans ce milieu des circonstances favorables à leur développement cultural, joueront, grâce à leur immense pouvoir de multiplication, un rôle infiniment plus important que celui des germes qui, si abondants qu'ils puissent être au départ, ne se trouvent pas en condition de proliférer.

On verra plus loin quelle énorme disproportion existe entre le nombre des microbes trouvés dans les eaux résiduaires de l'abattoir de la Villette, selon que la numération des colonies développées à la suite des ensemencements pratiqués avec une eau de la même origine, se poursuit à 22° ou à 37°.

Dans l'appréciation du rôle des microbes contenus dans les eaux résiduaires d'abattoir, une place à part doit être évidemment faite à ceux qui se montrent capables d'exercer une action pathogène soit à l'égard de l'homme, soit vis-à-vis des animaux.

Les statistiques des saisies effectuées dans les abattoirs publics montrent qu'un nombre relativement important de sujets sont sacrifiés alors qu'ils se trouvent sous l'influence d'états pathologiques d'origine microbienne qui impliquent la présence des agents spécifiques soit dans la circulation générale, soit dans le contenu des réservoirs digestifs. Dans l'un et l'autre cas, ces germes nocifs, déversés au dehors au moment de l'abatage, sont évacués avec les eaux résiduaires.

D'autre part, on sait que, même à l'état normal, les herbivores hébergent dans le tube digestif des microbes saprophytes susceptibles de se transformer occasionnellement en agents pathogènes, sous l'influence de causes qui nous échappent.

On doit considérer que le déversement dans les eaux résiduaires de ces microbes pathogènes, virulents ou susceptibles de devenir virulents, peut constituer un grave danger au point de vue de la propagation des maladies transmissibles à l'homme et de la dissémination des affections contagieuses des animaux.

Parmi les microbes susceptibles de contaminer l'homme que l'on peut éventuellement rencontrer dans les eaux résiduaires d'abattoir, on peut citer principalement les suivants :

Bactéridie charbonneuse. — Existe dans le sang et le tube digestif des sujets atteints de fièvre charbonneuse (virulence totale). — Végète entre 15° et 43°. — Donne des spores qui sont des agents indéfinis de l'activité virulente. La bactéridie est l'agent de la pustule maligne chez l'homme.

Bacilles paratyphiques A et B. — Existents dans les arthrite, diarrhée et septicémies des veaux, dans la mammite et l'entérite des vaches. — On les trouve dans la flore intestinale des herbivores (Recherches de Fitze et Weichel). — Poussent entre 4° et 45°. — Vivent très bien dans l'eau. Ne donnent pas de spores. — Ces microbes sont les agents des toxi-infections alimentaires d'origine carnée et des infections para-typhiques chez l'homme.

Bacille tétanique. — Anaérobie. — Se trouve habituellement dans le tube digestif des herbivores (Recherches de Schaner et Veillon, de Hoffmann, Sormani et Moliniari). — Se développe entre 15° et 42°. — Donne des spores. Il est l'agent du tétanos chez l'homme et chez les animaux (cheval notamment).

Bacille de Welsch. — (Perfringens). — Anaérobie. — On le rencontre très souvent dans l'intestin des herbivores (Recherches de Choukewitch). — Pousse entre 15° et 40°. Donne des spores. — Chez l'homme, ce microbe produit les phlegmons gazeux de la gangrène gazeuse et parfois de la septicémie.

Vibrion septique. — Anaérobic. — Existe dans le contenu intestinal des animaux. — Cultive entre 15° et 40°. Le vibrion est l'agent de la gangrène gazeuse (septicémie gangrèneuse) chez l'homme, et de la gangrène traumatique chez les animaux.

Parmi les germes capables de propager des épizooties par l'intermédiaire des eaux évacuées des abattoirs, nous mentionnerons :

Bactéridie charbonneuse (*Bacillus anthracis*).

Bacille du charbon symptomatique (*Bacterium Chauvoei*). — Il est l'agent d'une maladie propre à l'espèce bovine (exceptionnellement au porc et au mouton). — Anaérobic. — Cultive entre 15° et 40°. Il existe dans le sang et dans les déjections des animaux malades.

Vibrion septique.

Bacille de la nécrose. — Se trouve dans l'intestin du porc et des animaux domestiques. — Anaérobic. Se développe entre 28° et 40°. Il détermine chez les animaux les lésions les plus variées, telles que : abcès, ulcérations diverses de la peau, du pied, des muscles, du cartilage, des os, des muqueuses, des viscères.

Bacilles du rouget, de la septicémie hémorragique et de l'entérite infectieuse du porc. — Existents dans le sang et les déjections des animaux malades. Ils se développent facilement dans l'eau.

Bacille de l'entérite chronique hypertrophiante des bovidés. — Il détermine des diarrhées abondantes. Se trouve dans les déjections.

Bacille de la suppuration caséeuse (Bacille de

Preisz-Nocard). — On le trouve dans des lésions diverses chez les animaux: chez le cheval (lymphangite ulcéreuse), chez le bœuf (abcès, fausses membranes diphtériques), chez le mouton (cachexie aqueuse, mal rouge), chez le porc (abcès). Il peut être saprophyte du tube digestif chez le mouton (Carré).

Peut-être même est-il permis de soupçonner que les eaux usées d'abattoir constituent un moyen possible de dissémination de certains virus filtrants, tels que ceux de la **fièvre aphteuse**, de la **clavelée** et de la **peste porcine**.

En dehors des microbes spécifiques, d'autres microbes pathogènes banaux pour l'homme et les animaux peuvent vivre normalement dans l'intestin des herbivores et se trouver dans les eaux résiduaires d'abattoir, dans lesquelles ils vivent très longtemps, tels:

Staphylocoque pyogène. — Se développe entre 6° et 44°. Favorise le développement du vibron septique. Il est l'agent des suppurations aiguës polymicrobiennes et d'affections diverses chez l'homme et chez les animaux.

Streptocoque pyogène. — Végète entre 12° et 38°. Il est l'agent le plus fréquent de l'infection purulente des animaux (Arloing); on le rencontre dans une foule d'affections (entérites, néphrites, bronchites, métrites, arthrites), (gourme chez le cheval). Chez l'homme, il donne lieu à diverses manifestations pathologiques.

Bacille pyocyanique. — Agent du pus bleu. — Végète entre 15° et 43°. — Il détermine des abcès

divers chez les animaux, de la diarrhée chez les nouveau-nés. On le rencontre chez l'homme dans la diarrhée et dans les complications suppuratives.

Bacterium coli. — Végète entre 10° et 45°, même dans les milieux acides. Existe en grande abondance dans le tube digestif des animaux. Il provoque des troubles des appareils respiratoire, circulatoire, digestif, uro-génital, etc., tant chez l'homme que chez les animaux.

Proteus vulgaris. — Se développe entre 4° et 45°. — Il cause parfois des empoisonnements alimentaires chez l'homme.

Enterocoque. — Provoque des entérites chez l'enfant et chez l'adulte, parfois des empoisonnements alimentaires. On le rencontre comme agent d'infection secondaire au cours des maladies paratyphiques.

D'un autre côté, les eaux résiduaires d'abattoir contiennent nécessairement une multitude de germes saprophytes appartenant à la flore normale intestinale des herbivores. Quelques-uns de ces microbes interviennent, d'ailleurs, en raison de leur pouvoir protéolytique modéré, dans l'épuration biologique spontanée; d'autres, au contraire, poussant plus loin l'attaque des albuminoïdes, sont des agents de la putréfaction. Jean Choukewitch, dans ses recherches sur la flore microbienne du tube digestif des herbivores, a isolé notamment:

Des microbes proteolytiques : *B. mésentéricus*, *B. Ellenbachensis*, *B. mégatherium*, *B. hastiformis*, *B. flavescens liquefians*, *B. pyocyaneus*, *B. mycoïdes*, *B. amylolyticus*.

Des microbes de la putréfaction : *B. proteus vulgaris* (en petit nombre), *B. ae Welsch* (nombre considérable), *B. putrificus* (en grande quantité), *B. sporogenes A et B*, *B. foetidus*, *B. parvus*.

Des microbes provoquant la fermentation de la cellulose, de l'hemicellulose et de l'amidon : *B. gazogenes*, *B. amylobacter*, *B. Welchi*.

Des microbes producteurs de diastases : *B. mesentericus*, *B. Ellenbachensis*, *B. amylolyticus*, *B. mycoïdes*.

Des microbes acidophiles relativement peu nombreux: *streptobacillus anaerobicus magnus*, *B. rosenscens*, *B. megalosporus*, *B. tenuis*, *B. de Moro*.

Les eaux résiduaires d'abattoir peuvent, en outre, contenir **les œufs de différents parasites** (*cestodes*, *trématodes*, *nématodes*), qui se trouvent dans le tube intestinal des herbivores et disséminer au loin certaines **maladies parasitaires** plus ou moins graves.

Il faut citer aussi la présence vraisemblable d'**éléments bactériophages** qui lysent une proportion dont on ne peut avoir actuellement aucune idée précise, des germes microbiens contenus dans les eaux d'abattoir.

Les recherches personnelles que nous avons entreprises sur la flore bactérienne des eaux résiduaires ne pouvaient évidemment consister qu'en des déterminations quantitatives globales, sans détermination d'espèces, car l'identification des éléments rencontrés dans ce milieu aurait représenté une tâche hérissée de difficultés.

A cet effet, nous avons prélevé une certaine quantité d'eau résiduaire à l'abattoir de la Villette. Afin d'avoir un liquide de composition moyenne, nos prises d'échantillons eurent lieu toutes les demi-heures un jour de grand abatage, à la sortie de l'émissaire général qui reçoit toutes les eaux résiduaires des échaudoirs, de la porcherie et des étables d'attente.

Nous avons fait des dilutions de cette eau jusqu'au millionnième par fractions de 10, et nous avonsensemencé 1 cc. de chacune des dilutions 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , dans des tubes de gélatine nutritive liquéfiée à 30° , que nous avons ensuite coulés dans des boîtes de Pétri. Nous avons répété la même opération en employant des tubes de gélose Veillon fondue au bain-marie et refroidie à 42° pour la numération des anaérobies. Le tout fut placé à l'étuve à 37° (gélose) et à 22° (gélatine). Nous avons commencé la numération à partir du deuxième jour et les colonies dénombrées nous ont donné une moyenne ainsi répartie (nombre au centimètre cube):

Etuve à 37° :

Aérobies	347.000.000
Anaérobies	19.400.000

Etuve à 22° :

Aérobies	56.300.000
Anaérobies	11.000.000

Nous ne pouvons qu'être impressionnés devant ce nombre considérable de microbes contenus dans les

eaux résiduares d'abattoir quand on songe que les eaux d'égout de la Ville de Paris n'en contiennent que 27 millions par centimètre cube à Clichy (Calmette).

ANALYSE CHIMIQUE

Il nous a paru utile de faire l'*analyse chimique* des eaux résiduaires de l'abattoir de la Villette dans le but de connaître le degré de putrescibilité de ces eaux en général.

Nous avons opéré, à deux reprises différentes, une série de prélèvements en nous entourant des mêmes précautions que pour l'analyse bactériologique.

Deux litres de liquide furent passés à travers un tamis afin d'enlever les grosses matières solides en suspension. L'eau brute ainsi obtenue nous a donné les résultats suivants:

DOSAGES (En milligrammes par litre)		1 ^{re} analyse		2 ^e analyse	
		Avec talc	Sans talc	Avec talc	Sans talc
	total	5352	6110	6060	6930
Résidu sec	} organique	n'a pas été recherché		5959	6829
	} minéral			101	101
	Matières organiques (oxydabilité)	595	678	640	788
	{ total (Procédé Kjeldahl)	294	416	492	616
Azote	{ ammoniacal (Méth. volumétrique)	100	108	76	80
	{ organique	494	308	416	536
	Matières grasses	180	200	76	90
	(Extraction à l'appareil Soxhlet)				

INTERPRETATION DES RÉSULTATS

Ces eaux sont excessivement chargées en matières organiques putrescibles, avec une grosse proportion de matières albuminoïdes: 712,5 dans la première analyse et 750 dans la deuxième analyse.

De plus, la quantité de matières organiques (évaluées en oxygène emprunté au permanganate de potasse en milieu acide), qui est de 678 milligrammes par litre dans la première analyse et de 788 milligrammes par litre dans la seconde analyse, est telle que ces eaux doivent être diluées l'une sept fois et l'autre huit fois au minimum avant leur épuration, car la quantité maximum de matières organiques à admettre tant sur les champs d'épandage que sur les lits bactériens ne peut pas dépasser 100 *milligrammes par litre*, si l'on veut avoir une épuration suffisante (Diénert) (*Dose maximum pour l'eau potable : 2 milligrammes par litre*).

Enfin l'ammoniaque tire son origine de la désintégration de la molécule albuminoïde; sa présence dans une eau est un indice de putréfaction (*Dose maximum pour l'eau potable : 4 milligrammes par litre*). Les 108 milligrammes et les 80 milligrammes par litre que nous avons obtenus dans nos analyses dénotent une eau en voie de décomposition et très dangereuse si on ne l'épure pas.

CONCLUSION

L'étude bactériologique et chimique des eaux résiduaires d'abattoir nous met en évidence leur extrême nocivité tant au point de vue de la quantité formidable de microbes qui y pullulent qu'au point de vue de leur très grande putrescibilité. Ces eaux sont de véritables foyers d'infection très dangereux pour le voisinage et capables de transmettre au loin la maladie et la mort.

Il est donc de toute nécessité, au point de vue de l'hygiène et de la salubrité publiques, de leur faire subir une épuration convenable avant de les rejeter dans la circulation générale.

DEUXIEME PARTIE

Epuration

L'épuration des eaux résiduaires d'abattoir a pour but d'éviter la contamination organique des rivières et la transmission des maladies contagieuses à l'homme et aux animaux. Elle consiste donc à éliminer des eaux :

1° Les matières organiques en suspension, en solution et colloïdales qui se transformeraient dans la rivière, sous l'influence des germes microbiens, en donnant naissance à des émanations putrides extrêmement désagréables;

2° Les germes pathogènes, agents transmetteurs de maladies contagieuses;

3° Les substances minérales qui entraveraient la vie des poissons et seraient nuisibles tant à ces animaux qu'aux plantes.

Pour effectuer une bonne épuration, il est donc nécessaire non seulement de débarrasser le milieu de ses matières organiques en suspension et colloïdales, mais encore de transformer les matières organiques dissoutes en d'autres substances plus stables et inoffensives.

On admet que l'épuration est convenablement réalisée lorsque la rivière qui reçoit les effluents n'est pas sensiblement plus polluée en aval qu'en amont du point de déversement.

CHAPITRE PREMIER

PROCEDES MECANQUES

Différents procédés peuvent être utilisés pour épurer les eaux résiduaires de nos abattoirs.

Mais, tout d'abord, il est indispensable de leur faire subir une clarification préalable en éliminant de leur contenu le plus de matières possible en suspension. Cette opération doit être conduite avec le plus grand soin si l'on ne veut pas gêner considérablement celles qui suivront. C'est qu'en effet, une mauvaise décantation cause le colmatage rapide des champs d'épandage et des lits bactériens, mais favorise aussi le développement d'algues et de bactéries produisant des zooglyphes.

Les eaux résiduaires, à leur sortie de l'abattoir, devront passer au travers de **grilles** ou de **cribleurs** spéciaux qui retiendront les substances les plus grossières. Ensuite elles seront dirigées dans des **bassins de décantation** (1) qui retiendront une certaine partie de leurs matières en suspension. Les liquides circuleront dans ces bassins à une vitesse de 4 mil-

(1) Il existe des bassins de décantation perfectionnés qui peuvent être avantageusement utilisés, comme le bassin de Grimm dont le fond est constitué par une série d'étonnoirs, — l'appareil de Spillner et Imhoff à chicanes, — le décanteur Vial, — le puits de décantation de Dortmund-Emscher, le décanteur de Ham-Baker, etc...

limètres par seconde au maximum et leur durée de séjour ne devra pas excéder deux heures, car ils contiennent, en dehors des matières alimentaires, une certaine proportion de sang et de débris d'organes éminemment putrescibles qui, sous l'action microbienne, entreraient en fermentation et transformeraient rapidement le bassin de décantation en fosse septique.

Malheureusement, les bassins de décantation exigent des surfaces énormes tout en donnant des résultats incertains. C'est pour remédier à cet inconvénient que l'on utilise, dans certains abattoirs, à Lille notamment, l'**appareil de Kremer** qui a l'avantage d'exiger beaucoup moins de place et qui a aussi une grande facilité d'extension en augmentant le nombre des éléments. Il sépare d'une manière mécanique les matières insolubles contenues dans les eaux en deux couches: une *couche surnageante*, formée des particules colloïdales et visqueuses, et des matières organiques légères (graisses), — et une *couche de fond* qui rassemble les matières plus lourdes. Le pourcentage d'élimination des matières en suspension est de 57,6 0/0 en moyenne, ce qui est très satisfaisant si l'on tient compte de la nature toute spéciale des eaux. Mais cet appareil présente les mêmes inconvénients que le bassin de décantation; il se produit parfois une intense gazéification qui trouble énormément le dépôt des matières en suspension.

C'est pourquoi certaines villes, en Angleterre principalement, ont adopté un appareil spécial appelé **Hydrolytic-Tank**, qui a l'avantage sur les autres de réaliser la séparation immédiate des matières en suspension qui se déposent, pendant que le liquide

chemine le long du bassin. Il concentre tous ces dépôts dans une chambre qui n'est traversée que par une fraction du liquide total et qui se trouve disposée de telle sorte que les dégagements gazeux ne puissent venir troubler la portion du liquide débarrassée de ses impuretés.

Quoi qu'il en soit, les procédés mécaniques ne donnent que des résultats tout à fait insuffisants et les eaux ainsi traitées contiennent toujours une quantité énorme de matières organiques en suspension et dissoutes; elles ne sont ni épurées, ni désinfectées.

Malheureusement, c'est à ces simples opérations que se borne souvent l'épuration des eaux résiduaires de nos abattoirs, épuration qui est de ce fait complètement illusoire.

CHAPITRE II

PROCEDES CHIMIQUES

La précipitation chimique est un excellent moyen d'épuration des eaux résiduaires d'abattoir. Elle est opérée à l'aide de *réactifs spéciaux* qui ont pour but de coaguler les matières protéiques dissoutes contenues dans le liquide; il se forme alors un réseau lourd et abondant qui englobe et entraîne, en se précipitant, les matières en suspension. Ces précipités vont se collecter dans des bassins de dépôt où s'accumulent les boues ainsi produites qui sont très abondantes et qui dépassent de 50 0/0 le volume de celles que donneraient les mêmes eaux dans un bassin de décantation simple.

Depuis que Boissieu, en 1762, proposa de purifier l'eau d'égoût par un mélange de sulfate de fer et d'acétate de plomb, de nombreux procédés ont été successivement préconisés: perchlorure de fer et chaux (Le Chatelier), pyrites grillées et acide sulfurique (Buisine), sulfate de fer et chaux (Loodwock), etc., etc. Schwartz cite soixante-quinze procédés d'épuration chimique, parmi lesquels: la chaux, les sels de magnésie et de fer, le sulfate et le phosphate d'alumine (Schlœsing, Durand-Claye); le système A. B. C. (alun, blud, clay) ; les procédés de Knapp, de

Holden; le ferrozone-polarite; la méthode électrique de Hermite; celles de Woolf, de Webster, de Howatson, de Rocker-Rothe, etc.

Les substances que l'on emploie ordinairement sont: la *chaux*, le *sulfate d'alumine*, le *sulfate ferreux* et le *sulfate ferrique*, le *chlorure ferrique*, le *chlorure de chaux*, le *ferrozone*, etc.

Parmi ces réactifs, c'est le **sulfate ferrique** qui nous donnera les meilleurs résultats. On le prépare facilement par l'action de l'acide sulfurique sur la cendre de pyrite de fer (Buisine). Aussitôt dans l'eau, grâce à l'alcalinité de celle-ci, les sels ferriques donnent un dépôt d'oxyde de fer qui entraîne les substances en suspension. Ce réactif est peu coûteux et il joint à ses propriétés *précipitantes* une action *antiseptique* qui doit le faire préférer à tous les autres. La quantité à employer, variable selon la composition du liquide, est d'autant plus grande que la pollution est plus importante; les proportions nécessaires seront déterminées par l'expérience, mais la moyenne que l'on emploie généralement est de un kilogramme par mètre cube.

Le sulfate ferrique est utilisé avec succès à l'abattoir de Juvisy: les eaux arrivant des échaudoirs tombent dans l'auget basculeur d'un distributeur automatique de réactif (système A. Girard), qui proportionne la quantité de sulfate ferrique au volume des eaux à épurer. Les mélanges de liquide et de réactif passent ensuite dans un grand réservoir de précipitation où les matières en suspension enrobées par les produits de réaction se déposent. Les matières albuminoïdes solubles sont coagulées en grande partie pendant que les déchets d'organes échappés des salles

d'abatage se trouvent enrobés sous l'action du sulfate ferrique et soustraits à la fermentation; il ne se dégage donc aucune mauvaise odeur dans le voisinage de la fosse.

Les boues formées doivent être enlevées tous les ans (les boues de surface tous les huit jours); elles constituent un engrais excellent pour l'agriculture par l'azote des matières précipitées et par le fer du sulfate ferrique. L'excès d'acide est saturé par le carbonate de chaux contenu naturellement dans le sol ou par l'opération du marnage (addition de marne calcaire) pratiquée couramment en agriculture.

A leur sortie des bassins de dépôt, les liquides sont clairs et imputrescibles à cause de leur acidité; les matières albuminoïdes solubles ayant échappé à la précipitation ne peuvent donc pas fermenter, l'action microbienne ne se manifestant qu'en milieu neutre ou alcalin. Il sera donc nécessaire de neutraliser les liquides pour que les opérations ultérieures d'épuration puissent se poursuivre normalement; on utilisera, dans ce but, le carbonate de chaux, sous forme de blocs de pierre calcaire, que l'on placera dans un compartiment spécial à la sortie du bassin de précipitation ou dans la fosse septique.

On peut encore employer le **sulfate ferreux** et le **chlorure ferrique**, mais ils sont d'un prix de revient assez élevé.

Le **sulfate d'alumine** est également un excellent réactif que l'on peut employer seul ou mélangé au sulfate ferrique (Procédé Roth-Dagener); il se forme de l'alumine gélatineuse qui entraîne les matières en suspension par un véritable collage; mais les composés d'alumine aboutissent à un résidu inutilisable.

De Loverdo préconise un mélange de **chaux et de perchlorure de fer à 30° B**. Il résulte des expériences faites par cet auteur, en 1906, sur les eaux résiduaires de l'abattoir de la Villette, que ce mélange coagule instantanément les substances albuminoïdes en suspension et donne à l'eau une transparence de cristal en la rendant inodore pour quelque temps; malheureusement, la dépense de ce traitement est assez élevée.

Enfin on peut employer le **chlorure de chaux mélangé au sulfate ferrique** qui oxyde les matières organiques et détruit une certaine quantité de microbes pathogènes que la plupart des autres réactifs précipitants épargnent toujours.

Mais on n'utilisera jamais la **chaux seule**, car elle donne lieu à des dégagements d'ammoniaque et autres produits à odeurs très désagréables.

Malgré les résultats obtenus, la précipitation chimique ne fournit que des *résultats incomplets*. Les divers réactifs précipitent bien les matières organiques en suspension et les substances coagulables, mais elles laissent intactes une certaine quantité de matières dissoutes (peptones, amines, ammoniaque, etc., etc.), qui rendent l'eau putrescible et mal odorante. En outre, une certaine quantité de matières organiques en suspension échappe toujours à la précipitation.

De telles eaux sont encore capables de polluer les rivières dans lesquelles on les déverse; *il sera donc nécessaire de compléter la précipitation chimique par une épuration biologique convenable.*

LES BOUES

(RÉCUPÉRATION ET UTILISATION)

Les boues récoltées dans les bassins de décantation, dans les fosses de précipitation chimique et aussi dans les fosses septiques, parfois considérables, contiennent les différents éléments fertilisants que l'agriculture recherche comme engrais; il sera donc utile de les recueillir soigneusement et de les traiter aussi économiquement que possible en vue de leur utilisation agricole.

Différents procédés pourront être employés. Souvent on dessèche les boues en les répandant à la surface du sol; elles perdent ainsi leur eau par simple égouttage; mais ce procédé a l'inconvénient de répandre de très mauvaises odeurs.

Il est préférable d'utiliser des tranchées creusées parallèlement en plein champ, que l'on recouvre de terre dès qu'elles sont remplies; les boues fermentent pendant plusieurs mois, se dessèchent et se transforment en compost ou terreau très dense, très fertilisant et presque inodore.

A Aix-la-Chapelle, on utilise des fosses d'égouttage étanches dont le fond est drainé pour l'écoulement des liquides; ce procédé est également utilisé en Allemagne, aux abattoirs de Barmen, Bonn, Wiesbaden, Münsterberg et Colberg. On jette dans les fosses, par couches successives, les matières stomacales et intestinales, le fumier des étables, de la porcherie, les débris d'organes non utilisés, le sang, en même temps que les boues diverses. Quand la fosse est pleine, on la couvre d'une couche de poussière de tourbe ou de

terre et on commence le remplissage de la deuxième fosse. Les boues se dessèchent assez vite en raison des matières cellulosiques qu'elles renferment, et, au bout de six à huit mois, le compost formé est enlevé et utilisé par les agriculteurs.

A côté de ces procédés pratiques et peu dispendieux, certains pays, l'Allemagne notamment, traitent les boues industriellement. A Berlin, une Société fabrique à l'abattoir même, avec les matières extraites de l'estomac des animaux, additionnées d'une certaine quantité de sang et de mélasse et séchées à basse température, des *tourteaux* utilisés dans l'alimentation des animaux. La transformation des boues en *poudrette* par l'action de l'acide sulfurique à 2 ou 3 % et dessiccation à la vapeur, semble également avoir donné de bons résultats, d'après Vogel, de Berlin.

Enfin, dans certains abattoirs (Revel, Petrograd, Munich), on transforme les boues en *briquettes combustibles* par le procédé Mey de Revel, en les comprimant au moyen de presses et séchage dans des fours spéciaux. Mais ces différents procédés industriels entraînent ordinairement de grands frais, et ils ne peuvent être employés que dans les abattoirs des grandes villes.

En somme, l'utilisation des boues d'abattoir est un grand problème économique de l'épuration des eaux résiduaires. Cette question comporte une infinité de solutions variables suivant les conditions économiques qui se présentent et ce n'est que par des essais préalables et suffisamment prolongés qu'on peut arriver à la résoudre convenablement.

CHAPITRE III

EPURATION BIOLOGIQUE NATURELLE

EPANDAGE

Le sol est un excellent agent d'épuration des eaux usées, comme l'ont prouvé les expériences de Schlœsing et Müntz, en 1877, puis celles de Hiram Millls et ses collaborateurs. Ce procédé pourra donc être très avantageusement utilisé pour épurer les eaux résiduaires de nos abattoirs; il est appliqué avec succès depuis 1910 à l'abattoir de Moscou et, en Allemagne, aux abattoirs de Friedrichsfelde, près de Berlin, de Suhl, en Thuringe, de Bothrop, en Wesphalie.

Le processus d'épuration s'accomplit en deux étapes: il y a d'abord fixation de la matière organique par adhérence capillaire sur les particules de l'humus puis attaque microbienne et désintégration de cette matière organique, enfin oxydation et transformation des produits de décomposition en nitrites et en nitrates par les bactéries nitrifiantes.

Quel que soit le procédé de décantation employé, — décantation simple, ou mieux précipitation chimique et digestion septique, — il sera essentiel de n'envoyer sur les champs d'épandage qu'un effluent aussi parfaitement débarrassé que possible de matières non

dissoutes ou à l'état colloïdal; on évitera ainsi le colmatage rapide des terrains irrigués et l'épuration biologique sera pleinement satisfaisante.

L'efficacité dépendra, en outre, de la constitution physique et chimique du sol, du volume de l'eau déversée par rapport à la surface, de l'intermittence et de la régularité des déversements.

On pratiquera l'épandage avec ou sans culture du sol. Sur des terrains de porosité moyenne, on pourra épurer 110 mètres cubes d'eau par hectare et par jour, soit 40.000 mètres cubes par hectare et par an (11 litres par mètre carré). Sur des prairies, les doses pourront atteindre 100 litres par mètre carré et par jour. Puech et Chabal, en utilisant la filtration intermittente avec un sol sablonneux et bien approprié, sont même allés jusqu'à 135 litres par mètre carré et par jour. Si on dépasse ces limites, ou si les eaux sont trop chargées, les terres se colmatent très vite, s'infectent, et la filtration ne s'effectuant plus, les nappes souterraines, les rivières et les fleuves environnants deviennent à leur tour des foyers d'infection.

Au point de vue chimique, il est indéniable que ce procédé donne, en général, des résultats satisfaisants. Les eaux résiduaires, encore très chargées de matières en suspension et, en particulier, de matières organiques et d'azote ammoniacal, contenant des millions de bactéries, ne parviennent à la rivière après l'épandage, que limpides, absolument dépourvues d'azote organique ou ammoniacal, aussi pauvres en matières organiques que les eaux de source elles-mêmes, à peine plus riches en bactéries et elles

ne dénotent leur origine que par la présence de nitrates inoffensifs.

Au point de vue hygiénique, l'épandage peut présenter de graves inconvénients si les opérations sont mal conduites: contamination des nappes souterraines, multiplication d'insectes (moustiques, mouches), transmission des maladies contagieuses, infectieuses et parasitaires par les germes pathogènes déposés sur le sol. Aussi la simple prudence commande-t-elle d'interdire, sur les champs d'épandage, la culture de tout légume ou fruit destinés à être consommés crus.

En un mot, la *méthode de l'épuration par le sol*, rationnellement comprise, doit donner d'excellents résultats dans l'épuration des eaux résiduaires de nos abattoirs, mais ce procédé exige une étendue de terrain considérable et il ne pourra être utilisé que dans les petites villes ou les villages qui, seuls, peuvent acheter, à des prix relativement bas, les espaces nécessaires à cette épuration. Lorsque les circonstances locales le permettront, on devra choisir un terrain très absorbant et perméable à l'air, reposant sur un lit imperméable, éloigné des habitations et offrant une pente légère (1). Il sera régulièrement travaillé pour éviter le colmatage, et l'épandage sera réglé par déversements intermittents afin qu'il ne se produise pas de stagnation à la surface du terrain.

(1) Le champ d'épandage ne peut être établi qu'après examen du service hydraulique (Circulaire du Ministre de l'Agriculture du 20 août 1906).

CHAPITRE IV

EPURATION BIOLOGIQUE ARTIFICIELLE

I. — FOSSES SEPTIQUES

La fosse septique a un rôle très utile dans l'épuration des eaux résiduaires de nos abattoirs. Sa fonction a été et est encore très discutée, mais il reste acquis qu'elle n'agit pas comme un simple bassin de décantation (Vincey, Dzerszowski), mais qu'elle prépare le liquide à une épuration définitive par la dissociation de la matière organique, sa solubilisation et la transformation de l'azote albuminoïde en azote ammoniacal. (Bezault, Calmette et Rolants, Girard, etc., etc.).

Sous l'influence de diverses espèces microbiennes, évacuées pour la plupart avec le contenu intestinal des animaux abattus, les matières protéiques contenues dans les eaux se liquéfient dans la fosse septique (albumoses), se peptonisent (peptones); puis elles sont transformées en acides aminés (leucine, glycolle, tyrosine, glutamine, tryptophane, etc.) et la dissociation de la molécule se poursuit tantôt par hydratation ou déshydratation, tantôt par oxydation ou réduction jusqu'au stade ammoniacal.

Dans les petits et moyens abattoirs, on n'aura

besoin que d'une fosse septique, mais il sera nécessaire d'en construire plusieurs dans les établissements où la quantité d'eau à épurer est supérieure à 200 mètres cubes par jour.

Pour assurer le traitement efficace des produits qu'elle reçoit, la fosse septique doit être divisée, compartimentée judicieusement; en outre, la capacité doit être telle que les eaux n'y séjournent que juste le temps nécessaire à la sédimentation parfaite des particules en suspension et à l'accomplissement microbien de digestion (24 heures) ; plus le séjour de l'eau est prolongé, plus les odeurs dégagées par l'effluent sont désagréables et plus difficile est l'épuration subséquente sur lits bactériens.

C'est précisément ce qu'il y a lieu de redouter dans les petits abattoirs où les opérations d'abatage sont très irrégulières; par suite, le volume des eaux subit de grandes variations. Ce grave inconvénient disparaîtra si l'on fait usage, comme à l'abattoir d'Annoeullin (Nord), d'une fosse septique divisée d'une façon toute particulière en trois compartiments, et ayant une capacité suffisante pour contenir toute l'eau usée pendant la période d'activité de l'abattoir: les liquides résiduels arrivent dans le premier compartiment (*désagréateur*), puis passent par un siphon dans le deuxième compartiment (*incubateur*), et enfin dans le troisième compartiment de plus grande capacité, ce dernier seul étant à niveau variable; ce compartimentage a pour objet, non seulement de séparer les liquides des parties non encore ou incomplètement attaquées, mais aussi et surtout de compléter le traitement des produits déjà en solution en les amenant au stade ammoniacal plus ou moins

complexe. — Du 3^e compartiment les eaux sont aspirées pour être refoulées dans un *bassin régulateur* muni d'un trop plein de retour à la fosse septique afin d'éviter les effets d'un pompage excessif ; de là les eaux sont évacuées vers un réservoir de chasse automatique qui déverse par intermittence, à intervalles réguliers, le produit de chaque chasse à la surface des lits bactériens.

Ainsi comprise la fosse septique doit donner des résultats satisfaisants. -

Malheureusement il n'en est pas toujours ainsi et dans les quelques abattoirs où on l'a utilisée (Angers, Rambouillet notamment), elle a été l'objet de critiques amères, souvent mal fondées, car son mauvais fonctionnement réside, non dans une insuffisance de la méthode, mais dans une construction défectueuse. Comme le fait très judicieusement remarquer M. A. Girard « depuis une vingtaine d'années, elle (la fosse septique) est entre les mains d'industriels, plus commerçants que techniciens et qui n'ont aucun intérêt à ce progrès. » (Revue d'Hygiène. Tome XLVI, n° 7 Juillet 1924). La fosse septique est un appareil d'hygiène et non un objet de trafic commercial ; convenablement comprise, elle est un réel appareil d'épuration qui peut et doit remplir la fonction qui lui incombe.

On s'est beaucoup préoccupé, et avec juste raison, de supprimer ou d'atténuer les mauvaises odeurs qui se dégagent des fosses septiques et qui rendent parfois le voisinage des stations d'épuration très gênant lorsque celles-ci sont aménagées près des habitations. Lorsque le volume d'eaux résiduaires à traiter est peu considérable, comme c'est le cas pour la plupart des

abattoirs, on y parvient aisément en couvrant la fosse d'un plancher mobile (en madriers) garni d'une faible épaisseur de tourbe et en disposant à la sortie de son effluent un petit réservoir à chlorure de chaux dont le contenu se déverse et se mélange automatiquement au liquide évacué sur les lits bactériens. Une proportion minime de chlore variant de 1 à 2 cent millièmes, — soit 10 grammes par mètre cube, — est ordinairement suffisante et le travail des ferments nitrificateurs n'en est en aucune manière influencé (Calmette).

On ne doit pas oublier toutefois que la fosse septique ne réalise que partiellement l'épuration des eaux résiduaires de nos abattoirs, et que malgré des conditions très favorables, il arrive assez souvent que l'effluent renferme encore des matières organiques non transformées.

La véritable épuration ne s'accomplit que sur les champs d'épandage ou sur les lits bactériens et les installations par trop simplifiées de certains de nos abattoirs qui se bornent à un bassin de décantation doublé d'une fosse septique ne sauraient que donner une sécurité incomplète. (Abattoirs de Bellegarde, d'Hénin-Liétard, de Pont St-Vincent).

II. — LITS BACTÉRIENS

Pour débarrasser les eaux résiduaires d'abattoir des substances solubles et colloïdales de nature organique qu'elles contiennent, nous avons déjà vu qu'on pouvait utiliser l'épandage sur le sol. Malheureusement on ne trouve pas partout des sols de nature suffisante pour recevoir des eaux usées, ou bien, si on en trouve,

leur étendue ne permet souvent pas d'épurer le volume d'eau qu'on désire. Aussi préconisons-nous l'épuration biologique artificielle sur **des lits oxydants dits bactériens**.

Les lits bactériens présentent, mais très augmentés, les qualités d'épuration spontanée que possède la terre arable ; ils remplissent la double fonction de fixer ou *d'adsorber* la matière organique dissoute comme par un phénomène de teinture, et de servir de support aux innombrables espèces microbiennes chargées par la nature de réaliser la désintégration de cette matière organique jusqu'aux derniers termes de sa minéralisation, c'est-à-dire jusqu'à sa transformation par oxydation en nitrites et en nitrates inoffensifs, en produits gazeux et en eau. Ces transformations finales sont l'œuvre des bactéries nitrifiantes (*nitrosomonas* et *nitrobacter* de Winogradsky).

Deux sortes de lits pourront être utilisés :

A. — *Les lits bactériens de contact*.

B. — *Les lits bactériens à percolation*.

A. — **Lits bactériens de contact**. — Les lits de contact sont ceux qu'on remplit complètement d'eau usée. On laisse ensuite l'eau en repos en contact avec les matériaux absorbants et, après un temps déterminé, on vide le lit.

Ces lits ne seront pas à recommander car ils présentent de nombreux inconvénients. Ils exigent en effet des conditions de fonctionnement bien déterminées : il faut les remplir et les vider à intervalles réguliers plusieurs fois par jour d'où la nécessité d'exercer une grande surveillance sur les appareils et d'avoir

sous la main un personnel parfois important. De plus si les diverses opérations ne sont pas ponctuellement exécutées, il se produit un phénomène de *rétrogradation* : les nitrates formés sont ramenés à l'état ammoniacal avec dégagement d'azote et le lit devient momentanément inutilisable ; le rendement et l'efficacité sont donc très aléatoires.

B. — Lits bactériens à percolation. — Les lits à percolation au contraire sont plus simples et plus pratiques ; ils fonctionnent automatiquement et d'une façon continue, tout en donnant d'excellents résultats ; on devra donc les préférer aux précédents.

Ces lits sont formés de couches successives de matériaux poreux séparées par des espaces libres. On utilise habituellement comme matériaux poreux : les *machefers* et *scories* de hauts-fourneaux, le *coke*, la *pouzzolane*, ou mieux les briquettes de *tourbe* qui forment pour les organismes nitrifiants un support incomparablement supérieur à tous les autres (abattoir de Juvisy) ; le système repose sur un radier en béton imperméable, convenablement drainé.

L'eau arrive en pluie à la surface des matériaux ; elle s'infiltre à travers les interstices, ruisselle le long des corps constituant les différents lits, et ressort dans le drainage inférieur.

Le seul point délicat du système consiste à assurer une répartition uniforme et intermittente de l'eau à la surface des lits, à des intervalles assez rapprochés pour que le rendement soit maximum et assez éloignés pour que les substances organiques fixées sur les matériaux aient le temps d'être oxydées.

Pour la distribution régulière et automatique de

l'eau sur les lits, on choisira des appareils aussi simples et aussi robustes que possible, tels que : becs pulvérisateurs, plaques de poterie perforées, tubes de fer percés de trous en quinconces, etc.

L'intermittence sera assurée par des appareils automatiques de chasse, du type Doulton, Geneste-Herrschel, ou Parenty, réglés de façon à avoir toujours le même nombre de chasses par 24 heures.

Afin d'obtenir un bon rendement, il sera nécessaire d'assurer une bonne ventilation de l'appareil et de n'envoyer sur les lits bactériens que des eaux débarrassées le plus possible de matières organiques en suspension pour éviter le colmatage rapide de l'appareil ; néanmoins il sera nécessaire de le nettoyer de temps en temps, car les micro-organismes donnent naissance à un mucus glaireux qui recouvre les matériaux poreux et envahit toute la surface des lits au bout d'un certain temps ; le liquide à épurer glisse alors sur ces mucosités sans traverser les supports bactériens, de sorte qu'il sort du nitrificateur sensiblement dans le même état où il se trouvait à l'entrée.

Si les lits bactériens sont convenablement établis et s'ils reçoivent une eau parfaitement décantée, on pourra aisément épurer un mètre cube de liquide par mètre carré et par jour, c'est-à-dire un volume cent fois supérieur à celui qu'épurerait le meilleur terrain d'épandage.

Au point de vue chimique ce procédé donne de très bons résultats ; l'effluent des lits bactériens est incolore, inodore et ses caractères sont complètement modifiés. A l'entrée des lits la matière organique se trouve sous une forme soluble simple, les transformations s'opèrent très vite, l'azote organique et

ammoniacal diminuent peu à peu, tandis que l'azote nitrique augmente ; l'oxydabilité diminue progressivement ainsi que le nombre des microbes.

De telles eaux peuvent être rejetées à la rivière sans inconvénients ; cependant il est prudent de les *désinfecter* préalablement, en raison des germes pathogènes qu'elles peuvent encore contenir, et qui n'ont pas été détruits au cours de l'épuration.

En un mot les résultats acquis par l'application de ce procédé dans de nombreuses villes anglaises et américaines, ceux obtenus en France dans quelques abattoirs comme Lille, Orléans, Juvisy, Chelles, Gournay Josselin, Rueil, etc., la simplicité de l'installation, le peu de frais qu'elle nécessite, permettent de considérer l'épuration des eaux d'abattoir et de marché aux bestiaux par cette méthode comme éminemment pratique et digne d'être recommandée dans toutes les installations, grandes et petites.

III. — BOUES ACTIVÉES

En Amérique on a essayé d'épurer les eaux résiduaires d'abattoir après une simple décantation par le procédé dit des « **boues activées** ».

Ce procédé nouveau repose sur l'action d'une grande quantité de boues d'égoût traitées préalablement par un courant d'air prolongé, sur l'eau d'égoût elle-même en présence d'oxygène. Cette boue spéciale, dite *active*, est suffisamment riche en microbes pour oxyder les matières organiques des liquides résiduaires et entraîne avec elle, en se déposant, les matières colloïdales contenues dans les eaux. Après

l'action des boues activées durant un certain temps les eaux d'égoût sont claires et imputrescibles.

Les eaux résiduaires sont traitées soit dans de grands bassins remplis et vidés avec alternance (syst. full and draw), soit dans de longs couloirs avec aération au moyen de plaques poreuses, soit encore dans des rigoles très étroites et peu profondes dans lesquelles l'eau circule à une très grande vitesse (syst. Haworth de Scheffield).

La durée d'injection d'air, variable selon le degré de pollution des eaux, est de trois heures en moyenne pour que la nitrification et la destruction des bactéries atteignent un degré suffisant.

En France, ce procédé n'en est pour ainsi dire qu'à l'état d'enfance ; des essais sont faits actuellement à Mont-Mesly près de Créteil et à Colombes avec les eaux d'égoût de la ville de Paris, mais rien n'a été fait encore avec les eaux résiduaires de nos abattoirs..

Il est difficile de prévoir ce que l'avenir réserve à ce procédé nouveau, mais il est de toute évidence qu'étant donné qu'il nécessite un agencement mécanique considérable, il ne pourra jamais être appliqué que dans de très grandes installations. Ce n'est donc pas sur lui qu'il faut compter pour réaliser l'assainissement de la plupart de nos abattoirs.

CHAPITRE V

SYSTEME HOFER

Un dernier procédé d'épuration des eaux résiduaires d'abattoir consiste à soumettre l'eau séparée des corps grossiers en suspension, et contenant encore des matières organiques dissoutes et insolubles, à l'action successive d'une série d'organismes inférieurs, végétaux et animaux, bactéries, algues, vers, crustacés, larves d'insectes, mollusques, etc... qui, servant de nourriture aux poissons (carpes, tanches, brochets), transforment finalement ces matières en chair de poisson. On atteint ainsi le double but d'une épuration biologique intense et d'une mise en valeur des eaux résiduaires.

On compte qu'un étang d'un hectare suffit pour une population de 2000 âmes. La durée de séjour des eaux résiduaires dans l'étang est d'environ six jours.

Ce système est employé à Strasbourg où le succès s'est confirmé depuis son installation; on l'utilise également en Bavière pour des installations d'un modèle réduit, pour l'épuration des eaux d'hôpitaux, abattoirs, brasseries, etc.

Les frais d'exploitation sont minimes et ne comprennent que les frais de surveillance et, à de grands intervalles, les frais de nettoyage de l'étang.

CHAPITRE VI

DESINFECTION DES EAUX RESIDUAIRES D'ABATTOIR

Les différents procédés d'épuration des eaux résiduaires d'abattoir, même les plus parfaits, ne permettent pas d'éliminer complètement d'une manière certaine et constante, les nombreux germes qu'elles contiennent. L'expérience montre que leur nombre est diminué d'une façon très importante. Mais il peut en persister suffisamment pour faire craindre que, parmi eux, se trouvent encore des germes de maladies contagieuses.

Si ces eaux ne contenaient que les microbes qui constituent la flore intestinale des animaux sains et qui, pour la plupart, sont des germes saprophytes jouant un rôle très actif dans le processus de la désintégration moléculaire des matières organiques, on pourrait les négliger. Ils ne contribueraient en effet en aucune manière à polluer les rivières qui le recevraient et ils ne constitueraient une cause de souillure pour celles-ci que s'ils trouvaient un milieu organique favorable à leur multiplication.

Mais il peut en être autrement et, en l'état actuel de nos connaissances sur les maladies contagieuses, nous

devons considérer l'effluent final comme pouvant renfermer encore des germes pathogènes.

C'est pourquoi il est désirable, en nous plaçant au point de vue hygiénique, de désinfecter l'eau d'abattoir à la sortie de la station d'épuration, en employant les méthodes les plus pratiques et les plus économiques.

On peut utiliser à cet effet des antiseptiques à la fois très efficaces et peu coûteux, tels que : le *chlorure de chaux* (cinq milligr. de Cl. actif par litre) et le *permanganate de chaux ou de soude* (20 milligr. par litre) indiqués par Bordas.

Pratt et Kimberly conseillent d'employer l'*hypochlorite de chaux* à la dose de 2 gr. 2 à 3 gr. 6 de chlore actif par mc, qui réduit le nombre des bactéries de 90 à 99,9 %.

La dose d'antiseptique nécessaire sera d'autant plus faible que l'effluent sera mieux épuré. Il s'en suit que l'on a le plus grand intérêt à obtenir la meilleure épuration pour que l'effluent final, ne contenant plus beaucoup de germes dangereux, soit désinfecté avec le minimum de dépenses.

CONCLUSION

Voici, aussi succinctement que possible, indiquées les caractéristiques des différents procédés qui peuvent être employés en vue de l'épuration des eaux résiduaires de nos abattoirs.

Il est très difficile de préconiser l'une des méthodes plutôt que l'autre. Le problème, dans chaque cas particulier, que l'on ait affaire à un petit ou à un grand abattoir dont on désire épurer les eaux résiduaires, a besoin d'être étudié avec le plus grand soin pour éviter des dépenses inutiles et l'adoption de procédés non appropriés aux conditions locales.

Il est évident que, dans certains cas, comme dans les grandes villes, le système de l'épandage par irrigation culturale sera en général pratiquement irréalisable parce que les terrains susceptibles de servir à l'irrigation sont rares et coûteux ; on s'adressera alors aux procédés biologiques artificiels qui donneront toutes satisfactions.

Dans d'autres cas, à la campagne par exemple, s'il existe aux alentours des abattoirs, des terrains sablonneux ou siliceux homogènes, perméables, suffisamment profonds et si leur prix d'achat n'est pas trop élevé, l'épuration biologique naturelle par épandage sur sol nu ou cultivé sera généralement la solution la plus avantageuse.

Dans d'autres cas enfin l'on s'adressera à une solution mixte.

Les dispositifs, les variantes à employer devront changer avec la région et avec le degré de perfectionnement que l'on veut obtenir ; il faudra proportionner les moyens au résultat désiré sans perdre de vue la question de main-d'œuvre.

TROISIEME PARTIE

Dispositions spéciales à prendre en vue de l'assainissement de nos abattoirs actuels

I. — LES TUERIES PARTICULIÈRES

Il suffit d'avoir visité un certain nombre de nos villages pour se rendre compte de l'état dans lequel se trouvent les locaux utilisés comme tueries particulières ; la plupart ne sont nullement installés pour l'usage auquel ils sont destinés et constituent par eux-mêmes une cause défavorable à la préparation satisfaisante et à la bonne conservation de la viande des animaux abattus. En général l'agencement est déplorable et les locaux sont d'une propreté toute relative ; aucune précaution n'est prise dans l'habillage des animaux de boucherie et l'eau servant à nettoyer les panses, les intestins et les locaux est puisée dans des puits ou dans la rivière lorsqu'elle est située à proximité.

Les eaux résiduaires qui en résultent s'écoulent dans les caniveaux des rues, à pente souvent très faible, mal entretenus, où elles stagnent et se putréfient très rapidement en répandant des odeurs nauséabondes ; elles vont ensuite ou polluer la rivière si elle est proche ou se perdre dans les champs en risquant de con-

taminer les nappes d'eau souterraines par infiltration.

Aussi, nous ne saurions trop nous insurger contre de tels errements et nous considérons que le seul moyen de faire cesser un état de choses aussi lamentable serait de supprimer sans exception toutes les tueries particulières comme cela existe depuis longtemps dans le département des Alpes-Maritimes. On les remplacerait par des tueries communales et intercommunales placées sous la surveillance municipale et les conditions d'hygiène seraient ainsi considérablement améliorées.

On pourrait réaliser économiquement la construction de ces Etablissements en ne les dotant que des organes indispensables comportant un seul bâtiment pour les tueries communales et quelques étables et annexes supplémentaires pour les petits abattoirs. Ces locaux devant être d'une très grande propreté, il conviendrait qu'ils soient alimentés en eau d'une façon suffisante. Immédiatement après se poserait l'évacuation des liquides résiduels. Nous estimons en effet que l'eau à amener dans un abattoir, si petit soit-il, et le rejet de celle-ci après usage, constituent la pierre d'achoppement de toute construction d'abattoir : ne pas la résoudre serait une faute grave, souvent irréparable.

II. — LE VIDAGE DES RÉSERVOIRS DIGESTIFS

Il conviendrait, et cette considération est d'ordre général, que les bouchers soient astreints à perdre cette déplorable habitude qui consiste à vider dans les salles d'abatage le contenu des panses et des intestins, transformant de ce fait les échaudoirs en de véritables

cloaques. Cette manière d'opérer est à la fois malpropre et dangereuse ; elle nécessite en outre une consommation d'eau énorme pour délayer et entraîner toutes ces matières qui chargent les eaux usées d'une très forte proportion de substances inertes, rendant ainsi l'épuration subséquente infiniment plus difficile et compliquée.

Un local de vidage appelé « coche » avec fosse étanche devrait se trouver dans tout abattoir, si petit soit-il ; les bouchers viendraient y vider le contenu des réservoirs digestifs. De cette façon on obtiendrait la séparation immédiate des matières solides et cette simple opération, condition essentielle de la propreté de l'abattoir, aurait pour conséquence la production d'eaux usées beaucoup moins abondantes et beaucoup moins chargées.

Le nettoyage des locaux d'abatage se bornerait alors à un rapide lavage de l'emplacement où l'animal a été abattu et saigné et quelques seaux d'eau seraient suffisants pour entraîner la petite quantité d'excréments et de débris divers répandus.

Nous devons encore ajouter que l'écoulement du sang sur le sol devrait être, aussi, soigneusement évité ; ce liquide devrait être recueilli dans des récipients spéciaux et non plus balayé avec les eaux résiduelles comme il l'est encore actuellement dans beaucoup de nos abattoirs.

On arriverait ainsi, par cette méthode séparative, à avoir à la sortie de l'abatotir des eaux usées très diluées, dont l'épuration serait grandement facilitée.

CONCLUSION GENERALE

La question de l'épuration des eaux résiduaires des abattoirs est fort importante et des plus complexes; elle est intimement liée à l'assainissement des fleuves, des rivières, des ruisseaux et à la salubrité générale.

Il est excessivement dangereux pour la santé publique de laisser de côté ce problème si important. Malheureusement, en France, cette question a été mal comprise, les uns prétendant que ces eaux ne sont pas dangereuses, les autres affirmant qu'étant donnée leur composition toute spéciale, elles ne peuvent pas être épurées. Aussi est-il très regrettable de constater, comme conséquence de ces erreurs, que la plupart de nos abattoirs actuels déversent directement à la rivière leurs eaux résiduaires sans leur avoir fait subir d'épuration préalable.

La législation actuelle n'impose aucune prescription à cet égard et la *Loi Sanitaire de 1902* n'ayant donné aux Conseils Départementaux que des pouvoirs illusoires, ceux-ci n'ont aucun moyen d'action. De plus, les Ordonnances Préfectorales sont inopérantes: elles laissent aux Maires le soin de décider ou non l'épuration des eaux usées de leurs communes et ceux-ci, pour la plupart, ne s'en occupent pas.

Il conviendrait avant tout de créer une *Organi-*

sation Centrale indépendante, chargée de la direction et de la surveillance de tous les services d'Hygiène du pays, comme cela existe en Angleterre, aux Etats-Unis, en Allemagne.

Cet organisme pourrait être créé par une simple modification apportée à l'article 25 de la loi du 15 février 1902 sur la Santé Publique, qui définit les attributions du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Cette modification aurait pour but de donner à ce Conseil des pouvoirs plus larges et de le doter de moyens techniques et financiers nécessaires pour qu'il puisse jouer le rôle nouveau et important qui lui serait ainsi dévolu.

Il conviendrait ensuite de modifier ou de compléter les modèles de Règlements Sanitaires annexés à la Circulaire Ministérielle du 30 mai 1903, de façon, non seulement à autoriser, mais à imposer l'épuration des eaux usées en général, des eaux résiduaires d'abattoir en particulier.

Enfin une nouvelle Circulaire Ministérielle réglerait sur tout le territoire l'usage des installations d'épuration des eaux usées.

Telles sont les mesures très simples et néanmoins très efficaces qu'il suffirait d'imposer et la défense de la santé publique aurait fait un immense pas dans la voie du progrès. En France, l'hygiène est loin d'avoir la place qui lui est due, mais il est à espérer que, dans un avenir prochain, les Pouvoirs Publics se préoccuperont d'élaborer une loi qui assurera dans les meilleures conditions la protection sanitaire des populations agglomérées à l'intérieur des villes, ainsi que la sauvegarde des cours d'eau et des nappes souterraines auxquels nous empruntons l'eau indispen-

sable à notre alimentation, — et que les Municipalités, soucieuses de remplir leurs devoirs, s'empresseront d'étudier et d'adopter les projets d'assainissement qui leur seront soumis, répondant ainsi à la loi du Progrès et aux nécessités d'une organisation scientifique de la vie collective.

BIBLIOGRAPHIE

Martel, de Loverdo et Mallet. — Abattoirs publics,
Volume I.

D^r Moreau. — L'abattoir moderne.

Revue des abattoirs. — (Périodique).

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Cours
de technique sanitaire.

Rutot, Questienne et Putzeys. — Traité de Technique
Sanitaire.

D^r Imbeaux. — Applications de la biologie à l'art de
l'ingénieur.

D^r Calmette, Nègre et Boquet. — Manuel technique de
microbiologie et sérologie.

D^r Courmont et Panisset. — Précis de microbiologie
des maladies infectieuses des animaux.

D^r Dopter et Sacquépée. — Bactériologie.

E. Keyser. — Microbiologie agricole.

P. Molliex. — Analyse bactériologique des eaux
potables.

P. Molliex. — Analyse chimique des eaux potables.

Porcher et Nicolas. — Cours de chimie organique et
biologique.

Rolants. — Analyse des eaux d'égouts.

Bechmann. — Distribution d'eau. Tome II : assainissement.

Bechmann. — Assainissement de Paris.

D^r Calmette et Rolants. — Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égouts. Tomes III à IX.

D^{rs} Calmette, Imbeaux et Pottevin. — Egouts et vidanges.

D^{rs} Chantemesse et Mosny. — Traité d'hygiène. Tome XV. Egouts et vidanges.

Damour. — Analyses et expériences sur les boues d'égout de Colombes.

Diénert. — Cours d'épuration des eaux et assainissement des cours d'eau (Ecole spéciale des Travaux Publics).

D^r F. Heim. — Recherches sur les eaux résiduaires d'industries.

De Mollins. — Les eaux d'égout industrielles et ménagères.

A. Girard. — Epuration des eaux résiduaires (Procédés A. Girard).

A. Girard. — Epuration des eaux vannes (Extrait du Bulletin des Ingénieurs Coloniaux 1925, N° 83).

Razous Paul. — Eaux d'égoût et eaux résiduaires industrielles (Epuration, utilisation).

P. Vincey. — Epuration terrienne des eaux d'égoût de la Ville de Paris et l'assainissement de la Seine.

Annales d'hygiène publique, industrielle et sociale. — (périodique).

Annales de l'Institut Pasteur. — (périodique).

Revue d'hygiène et de police sanitaire. — (Périodique).

Revue pratique d'hygiène municipale urbaine et rurale. — (périodique).

Guillerd. — Notions d'hydrologie appliquée à l'hygiène.

D^{rs} Imbeaux et Macé. — Hygiène générale des villes.

P. Juillerat. — L'hygiène urbaine.

D^{rs} Imbeaux et Rolants. — Hygiène rurale.

Laffon. — Hygiène rurale.

Leduc Henri. — Un procédé moderne d'assainissement (Brevet Gandillon) (Extrait de la vie urbaine, 1923, N° 23).

P. Wery. — Assainissement des villes.

Klâr und Fettgewinnungsanlage für den Schlachthof der Stadt Quedlinburg (Tech. Gen. Blatt 1911, N° 6, S 89, m6 Abl.).

Die Privatschlachthäuser auf dem platten Lande, ihre Einrichtung, ihr Betrieb und ihre Beziehungen zur Verunreinigung der Ortschaften und der Wasserläufe. (Zeitschrift für Médizinalbeamte 1911, N° 21, p. 793-807).

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

	Pages
NOCIVITÉ.	7
État physique	8
Analyse bactériologique.	9
— chimique.	18
Conclusion	20

DEUXIÈME PARTIE

ÉPURATION. But de l'épuration.	21
a. Procédés mécaniques	23
b. — chimiques	26
Les boues (Récupération et utilisation)	30
c. Épuration biologique naturelle. — Épandage	32
d. — — artificielle. — Fosses septiques.. .. .	35
Lits bactériens	38
Boues activées	42
e. Système Hofer	44
f. Désinfection des eaux résiduaires d'abattoir.. .. .	45
g. Conclusion	47

TROISIÈME PARTIE

DISPOSITIONS SPÉCIALES A PRENDRE EN VUE DE L'ASSAINISSEMENT DE NOS ABATTOIRS.	49
Les tueries particulières.	49
Le vidage des réservoirs digestifs.	50
CONCLUSION GÉNÉRALE.	52

